

Teleautomatisierung – ein zukunftsorientiertes Teilgebiet der Automatisierungstechnik

von **Wolfgang Weller**

Die Entwicklung von Fachgebieten wird oftmals von bahnbrechenden technologischen Innovationen vorangetrieben. Jüngstes Beispiel dafür ist die Automatisierungstechnik. Diese Disziplin partizipiert von beträchtlichen Fortschritten auf den Gebieten der Kommunikations-, Informations- und Funktechnologie. Zur Verdeutlichung der Auswirkungen dieser technologischen Neuerungen auf das betrachtete Fachgebiet soll zunächst der aktuelle Stand insbesondere auf dem Gebiet der funkbasierten Kommunikationstechnologie knapp dargelegt werden.

1. Die verfügbare technologische Basis

Die uns hier interessierende Entwicklung war zunächst auf die Verbesserung der Sprachkommunikation gerichtet und sollte zukünftig eine bedarfsweise Verständigung auf Sprachebene unabhängig von Ort und Zeit ermöglichen. Dies erforderte die Errichtung einer Infrastruktur in Form eines weitgehend flächendeckenden Funknetzes sowie die Bereitstellung handlicher Endgeräte mit Funkanschluss in Gestalt der Handys. Mit der durchgängigen Digitalisierung der gesamten Informationswelt eröffneten sich wesentlich erweiterte Möglichkeiten des funkbasierten Austausches von Informationen nahezu beliebiger Art. In Verbindung mit neuartigen Anwendungsmöglichkeiten entstand innerhalb kürzester Zeit eine wahre Flut funktioneller Erweiterungen unter ständiger Steigerung der Leistungsfähigkeit der in den Endgeräten integrierten Computer. Hinzu kamen rasante Fortschritte bei der Miniaturisierung von Kameras, den Navigationsempfängern und Prozessoren. Eine Verbesserung des Bedienungskomforts erbrachte auch die Umstellung von Tasten auf Touchscreenbetätigung. Ein weiterer Höhepunkt war die Einbeziehung des mobilen Internetanschlusses. Diese Entwicklung wurde vom beständigen Ausbau des Funknetzes und der stufenweisen Erhöhung der übertragbaren Datenraten begleitet. Somit wandelten sich die ursprünglichen Handys in kurzer Generationenfolge zu hochleistungsfähigen Endgeräten, die von verschiedenen Herstellern unter den Bezeichnungen iPod, Smartphone, Tablet-PC u. a. auf den Markt gebracht wurden. Damit war eine technologische Basis entstanden, welche die Möglichkeit bot, Informationen unterschiedlicher Art über beliebige Entfernungen hinweg auf dem Funkweg auszutauschen.

Mit der Bereitstellung dieser neuartigen technischen Mittel, insbesondere auf Basis der modernen Funktechnik, eröffnen sich auch für das Fachgebiet Automatisierungstechnik neue Horizonte. Ein wesentlicher Faktor dieser zukunftsorientierten Technologie besteht in der verstärkten Integration von Menschen in die Automatisierungssysteme. Als Bindeglieder für das Zusammenwirken von Mensch und den technischen Systemkomponenten fungieren dabei die genannten intelligenten Endgeräte.

Der nunmehr gegebene Zugriff auf ein nahezu überall verfügbares funkbasiertes Kommunikationsnetz bietet der Automatisierungstechnik die Möglichkeit, ihre Funktionen auf mehrere Subsysteme, die weit voneinander entfernt liegen können, zu verteilen. Damit bahnt sich eine neue Entwicklung an, die *Teleautomatisierung* genannt wird. Dazu sei auf einen frühen automatisierungsnahen Vorläufer, die Fernwirktechnik, verwiesen. Die damals entwickelten Systeme basierten auf der seinerzeit verfügbaren technischen Basis und boten somit nur eine sehr eingeschränkte Funktionalität. Insbesondere spielte dabei die Funkkommunikation noch keine wesentliche Rolle. Anklänge an das hier betrachtete Gebiet der Teleautomatisierung finden sich auch in [1].

Schaut man sich nach dem aktuellen Stand dieser Teildisziplin um, so sind bereits einzelne Entwicklungslinien erkennbar, bei denen sich durchaus beachtliche Fortschritte abzeichnen. Diesen Erstanwendungen wollen wir uns zunächst zuwenden, in der Absicht, anhand dieser Beispiele das Wesen

dieser neuen Technologie deutlich zu machen und zum weiteren Ausbau anzuregen. Später werden wir für diese Einsatzfälle noch Ergänzungen vorschlagen sowie nach weiteren Anwendungsmöglichkeiten Ausschau halten. In diesem Sinne beginnen wir mit der Behandlung bereits genutzter Einsatzgebiete der Teleautomatisierung.

2. Teleautomatik in der Gebäudetechnik

Die Gebäudetechnik gehört zu den Einsatzgebieten der Automatisierungstechnik mit zunehmender Bedeutung. Die hier verfolgte Zielstellung ist vor allem auf die Steigerung des Komforts, Verbesserung der Sicherheit sowie Verringerung des Energieverbrauchs gerichtet. Die dafür entwickelten technischen Lösungen finden mit dem Begriff *Smart Homes* ihren zeitgemäßen Ausdruck. Diese schlaun Gebäude sollen sich dank intelligenter Programme weitgehend selbstständig steuern, ihren Besitzern jedoch auch diverse Eingriffsmöglichkeiten bieten und den Zugang zum aktuellen Systemzustand ermöglichen.

Zu den aktuellen Spitzenleistungen der Gebäudetechnik gehören Systemlösungen, die eine Fernkommunikation mit der eigenen Hausanlage ermöglichen, so dass diese im Zusammenwirken mit einer komplexen Automatik Merkmale der Teleautomatisierung aufweisen. Dahinter steckt eine stufenweise Entwicklung, die wir hier kurz nachzeichnen wollen.

Entsprechend dem Bemühen um Steigerung des Wohnkomforts entwickelte man frühzeitig technische Lösungen, die eine leitungsfreie Bedienung der verschiedenen Arten von Hauskomponenten ermöglichen. Dazu wurden die im Haus verteilten Komponenten mit geeigneten Schnittstellen ausgerüstet, sodass diese mittels Handsendern, ähnlich den Fernbedienungen von Fernsehgeräten, manuell bedient werden konnten. Damit konnte man, sozusagen vom Sessel aus, Lichtquellen, Jalousien, Markisen, Musikanlagen, Alarmanlagen betätigen, wobei sowohl Einzel- als auch Mehrfachbedienung möglich war. Das Angebot wurde ergänzt durch Bewegungs-, Öffnungs-, Rauchmelder, die dann als Sender fungieren. Die leitungsfreie Kommunikation basierte zunächst auf der Infrarot- und Ultraschalltechnologie. Später standen auch funkbasierte Systeme im Angebot, deren Vorzug vor allem im Wegfall des bisher notwendigen Sichtkontakts bestand. Auch die Reichweite erhöhte sich etwas und betrug nun je nach Innen- oder Außeneinsatz bis zu 20 m. Die verwendete Funkfrequenz liegt bei 870 MHz. Auf diese Weise gelang der Funktechnologie der Einstieg in die Gebäudetechnik.

Eine weitere wichtige Entwicklung betraf die Einführung universeller Bussysteme in die Gebäudetechnik. Diese bieten einen in die Bauwerke integrierbaren, mehrfach nutzbaren Übertragungskanal, an den alle automatisierungstechnischen Komponenten mit passender Schnittstelle angeschlossen werden können. Einen wesentlichen Fortschritt bedeutet hier die kürzlich getroffene Vereinbarung eines weltweiten Standards mit der Bezeichnung KNX/EIB bzw. LCN. Damit ist es nun möglich, busfähige Automatisierungskomponenten unterschiedlichster Hersteller anzuschließen. Derartige Gebäudebusse werden nicht nur in leitungsgebundener Form angeboten. Die für uns interessantere Variante sind jedoch Bussysteme auf Funkbasis, deren Einsatz von den Herstellern vor allem für die Nachrüstung bestehender Gebäude empfohlen wird.

Die auf den Einsatz der Funktechnologie gerichtete Entwicklung war nachfolgend auf die beträchtliche Ausweitung der Entfernung des Funkzugriffs auf die Komponenten der Haustechnik gerichtet. Dabei orientierte man sich interessanter Weise auf die Nutzung des inzwischen flächendeckend ausgebauten mobilen Funknetzes. Desgleichen wurden die inzwischen existierenden modernen Endgeräte in Gestalt von iPhone, iPod, Smartphone und anderen Android-Geräten in die Lösung einbezogen, was den zu tragenden Aufwand ebenfalls stark reduzierte. Damit war eine technologische Entwicklungsrichtung vorgegeben, deren Ausbau den Fernzugriff auf die automatisierte eigene Hausanlage ermöglichte. Der Gebäudeautomation gelang somit als einem der ersten Einsatzgebiete der Einstieg in die Teleautomatisierung.

Als Beleg für die praktische Nutzung dieser innovativen Technologie verweisen wir auf einige Angebote führender Firmen auf dem Gebiet der modernen Haustechnik. Zu diesen Anbietern zählt die Firma *somfy*, deren *TaHoma Connect-System®* unser besonderes Interesse findet [2]. Kernstück dieser Lösung ist die sog. *TaHoma-Box*, welche das Bindeglied für das Zusammenwirken von Smartphones mit der Vor-Ort-Technik darstellt. Diese lokalen Komponenten müssen außerdem mit geeigneten Sensoren und Aktoren sowie einem passenden Interface für leitungsgebundenen oder funkbasierten Betrieb ausgerüstet sein. Die Nutzung solcher Anlagen ist allerdings an den Abschluss eines kostenpflichtigen Nutzungsvertrags gebunden.

Als zweites Beispiel sei hier das von der Fa. *GIRA* offerierte Funk-Bussystem genannt [3]. Dieses bietet in ähnlicher Weise einen Fernkontakt mit der eigenen Hausanlage. Zentrale Komponente ist hier der sog. *Gira Home Server*. Dieser stellt die Verbindung mit dem hier verwendeten hauseigenen KNX/EIB-Bussystem her und ermöglicht die Benutzung der angebotenen *Facility Server Apps®*. Die Fernbedienung dieses Servers erfolgt wiederum mittels der modernen Endgeräte vom Typ Smartphone unter Benutzung des Touchscreens. Damit kann, in ähnlicher Weise wie zuvor geschildert, von jedem Ort aus der Status der eigenen intelligenten Gebäudetechnik abgefragt und ein Zugriff auf alle Funktionen erlangt werden.

Die hier nur kurz umrissenen Lösungsbeispiele versprechen einen jederzeitigen und auch nahezu weltweit möglichen Informationszugriff auf alle angeschlossenen Komponenten der eigenen Hausanlage. Dazu zählt die Fernabfrage der verschiedenen im Haus installierten Sender wie auch die Verstellung der dort befindlichen Empfänger in Gestalt von Schaltern und Antrieben. Der Aufruf der Komponenten kann jeweils einzeln oder auch gruppenweise erfolgen. Diese Kontrollmöglichkeiten können beispielsweise genutzt werden um zu prüfen, ob vor der Abreise sämtliche Fenster geschlossen, das Bügeleisen und der Fernseher ausgeschaltet und die Alarmanlage scharfgestellt wurde. Bedarfsweise können dann ebenfalls notwendige Korrekturen durch Versendung entsprechender Stellbefehle vorgenommen werden. Auch die im Haus befindlichen Geräte mit eigenen Automaten, wie programmgesteuerte Waschmaschinen, Wäschetrockner oder Geschirrspüler, können aus der Ferne betätigt werden. Ebenso ist es möglich, den Temperatursollwert der Heizung zu verändern u. a. m. Die lokale Automatik kann wiederum selbsttätig Meldungen, beispielsweise bei Feststellung von Einbrüchen oder Rauchentwicklung, an den Handynutzer übermitteln oder bei entsprechender Gefahrenlage auch eigenaktiv Abwehrmaßnahmen ergreifen. Der Hauseigentümer kann wiederum während der Heimfahrt im Zug oder Auto vorsorglich eine Erhöhung der Heizleistung veranlassen, schon mal die Grundstücksbeleuchtung einschalten und das Garagentor öffnen lassen. Der Phantasie der bestehenden Möglichkeiten bei der Fernnutzung Funk-basierter Haussysteme sind somit kaum Grenzen gesetzt.

Eine etwas andersartige Möglichkeit des Fernkontakts bietet der sog. *TSK/IP-Gateway* in Verbindung mit einer Skype-Erweiterung [4]. Dieses System bietet dem Nutzer die Fernübertragung fotografisch aufgenommener Bilder von Personen, die sich der eigenen Wohnungstür nähern und deren Wiedergabe auf dem eigenen Smartphone.

Wie bereits die vorstehend ausgewählten Beispiele verdeutlichen, ist die Bereitstellung von Lösungen der Teleautomatisierung auf dem Gebiet der Gebäudeautomatisierung auf gutem Wege. Die in den vorgestellten Fällen bestehende Fernwirkungsmöglichkeit ist zumeist auf die Betätigung von Schaltern und Antrieben sowie die Übertragung vorwiegend binärer Sensordaten gerichtet, was bekanntlich auch zu den Grundaufgaben der Automatisierungstechnik gehört. Somit lassen sich aus den hier realisierten Funktionen und eingesetzten technischen Lösungen durchaus Inspirationen erlangt werden, die auch zu Anwendungen auf anderen Gebieten anregen. Für die Übertragung der Lösungen auf andere Bereiche wären sicherlich noch technische Ergänzungen notwendig. Dazu zählt beispielsweise die Bereitstellung von Komponenten, die zur Fernübertragung von numerischen Daten geeignet sind. Damit wären auch ein Transfer von Sensordaten, die Fernverstellung von Sollwerten, das Dimmen entfernter Lichtquellen und die Realisierung anderer automatisierungstechnischer Aufgaben möglich. Außerdem wäre die Einbeziehung von Zeitgebern und Zählern mit Funkinterface nützlich, welche vor allem für Aufgaben der Fernsteuerung gebraucht werden.

3. Teleautomatik im Automobil

Unsere Automobile sind – wie der Name bereits aussagt – ortsveränderliche technische Objekte. Fahrzeuge sind somit angesichts ihrer Mobilität für Anwendungen der Funkkommunikation geradezu prädestiniert. Somit ist es nicht verwunderlich, dass die Teleautomatisierung auch hier bereits Fuß gefasst hat.

Zunächst ist naheliegend, dass den Insassen stehender oder sich bewogender Fahrzeuge mit dem Gebrauch ihrer Smartphones die gleichen Möglichkeiten des Fernzugriffs auf die eigene Hausanlage wie auch auf entfernte Automatisierungsanlagen anderer Art offenstehen. (s. Abschn. 2).

Die modernen Automobile selbst bieten auch dank zahlreicher automatisierter Teilsysteme, zu denen die Motorsteuerung, Kontrollsysteme des Fahrbetriebs sowie einer Vielzahl von Assistenzsystemen gehören, eine große Fülle an Datenmaterial. Autos können somit als rollende Datenbanken betrachtet werden [6]. Dieser Schatz an Informationen bietet vielfältige Nutzungsmöglichkeiten, welche auch der Teleautomatisierung offen stehen. Zu den nützlichen Verwendungen von Fahrzeugdaten gehören beispielsweise aus den Motordaten abgeleitete Hinweise auf die nächste Inspektion oder die Dringlichkeit einer notwendig gewordenen Reparatur. Leider kann von den verfügbaren Daten auch unbeabsichtigter Gebrauch gemacht werden. So können – um ein Beispiel zu nennen – aus den Daten des Spurhalte- und Bremsassistentensystems durchaus Einblicke in die Fitness des jeweiligen Fahrers erlangt werden.

Weitergehende Bestrebungen sind dem Ausbau der Fahrzeuge zu Informationszentralen gewidmet. Die diesbezüglichen Entwicklungsarbeiten werden vor allem von den Automobilherstellern geleistet. Dazu seien beispielhaft die Systeme *Car Connect*® von Porsche sowie *Connected Drive*® von BMW genannt [5]. Die Kommunikation von Bord aus erfolgt wiederum unter Nutzung moderner Endgeräte vom Typ Smartphone. Art und Umfang der in Anspruch genommenen Dienste werden dabei zumeist von vorher käuflich erworbenen Apps bestimmt. Der Einsatz dieser Systeme beginnt in der automobilen Oberklasse. Über einen eigenen mobilen Internetzugang können die Insassen Zugriff auf alle Dienste dieses Mediums erlangen. Davon interessiert uns hier weniger die mögliche Anwahl von Sportnachrichten, Börsenkursen, Musiktiteln oder Spielen, sondern vielmehr der Zugriff auf bestimmte im Netz verfügbare Informationen bzw. die Möglichkeit der Erteilung von Befehlen an entfernte Automatisierungssysteme bzw. -komponenten. Der Nutzung solcher Möglichkeiten sollten sich allerdings im Interesse der Verkehrssicherheit nur die Mitfahrer bedienen.

Ein zusätzliches, derzeit noch in der Realisierungsphase befindliches funkbasiertes Kommunikationssystem wird auch den Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen ermöglichen. Der entsprechende Begriff für die informationelle Fahrzeugvernetzung lautet *Car-to-X-Communication*. Damit können zwischen den Fahrern nützliche Hinweise über im Fahrgebiet angetroffenen Nebel und Glatteis, Unfälle oder Staus ausgetauscht werden. Außer der Echtzeitkommunikation zwischen Fahrzeugen untereinander ist eine solche Möglichkeit auch zwischen Fahrzeugen und am Fahrbahnrand aufgestellten Funkbaken vorgesehen. Damit können nützliche Verkehrshinweise, etwa über gefährliche Kurven, Geschwindigkeitsbegrenzungen oder auch bestehende Baustellen, übermittelt werden. Die dafür nötige Infrastruktur wird von der Deutschen Telekom in Form einer eigens für diesen Zweck entwickelte funkbasierte Kommunikationsstruktur bereitgestellt.

Ein anderes Projekt ist das von der EU-Kommission vorgeschlagene Notrufsystems *eCall* (*emergency call*). Die Besonderheit dieses funkbasierten Systems besteht darin, dass sich Fahrzeuge bei einem Unfall selbstständig bei einer Zentrale melden. Mit dem abgesetzten Notruf werden zugleich die Position, der Zeitpunkt und ggf. auch Art des Unfalls übermittelt, so dass der Rettungsdienst kurzfristig und gezielt tätig werden kann.

Ein weiteres Feld automobiler Nutzung der Teleautomatisierung liegt im Bereich der *Elektromobilität*. Hier unterbreitet beispielsweise BMW den Nutzern seiner Elektrofahrzeuge ein mehrstufiges Lösungsangebot. Dieses weist die Betreiber eines Elektrofahrzeuges bei Notwendigkeit auf eine Nachladung des Bordakkus hin, informiert über die im Umkreis nächstliegende freie Ladestation und erstellt eine Beschreibung der

dorthin führenden Route. Nach Erreichen der Station und dem Andocken des Fahrzeuges wird der Ladevorgang automatisch überwacht. Darüber hinaus gibt es bereits Visionen zur Weiterentwicklung dieses Projekts: In Zukunft sollen die E-Mobile die Ladestationen auch noch eigenständig, also fahrerlos, ansteuern können und die Benutzer die über Beendigung des Ladungsprozesses informieren.

Noch einen Schritt weiter gehen die Vorstellungen beim *CarSharing*. Hier denkt man bereits über die Vollautomatisierung folgenden Funktionsablaufs nach: Wird der Bedarf eines Leasing-Fahrzeuges vom jeweiligen Dienstgeber per Smartphone unter Angabe des Ortes und der gewünschten Uhrzeit einer Zentrale mitgeteilt, so ermittelt diese das nächstgelegene freie Fahrzeug und überträgt diesem einen Fahrauftrag unter Angabe der notwendigen Daten. Das ausgewählte Fahrzeug setzt sich daraufhin selbstständig in Bewegung und begibt sich unter Nutzung einer abgespeicherten digitalen Straßenkarte und Beobachtung des laufenden Verkehrs zum Dienstgeber. Dort wird das Fahrzeug stillgesetzt und die Auftragserfüllung per Smartphone an den Auftraggeber gemeldet. Nach Beendigung des Gebrauchs des Leasing-Fahrzeuges wird der Vorgang in umgekehrter Richtung abgewickelt. D. h. das nicht mehr benötigte Fahrzeug meldet sich bei der Zentrale und erhält dort einen Stellplatz zugewiesen. Daraufhin bewegt sich das Gefährt wiederum fahrerlos zu diesem Platz, setzt sich dort still und meldet die Erfüllung dieser Aufgabe. Bei der Umsetzung dieses noch in die Zukunft gerichteten Projekts wird man von Teillösungen profitieren, welche bei den derzeit laufenden Entwicklungen auf dem Gebiet der autonom agierenden Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr gewonnen werden. Die technische Umsetzung von in der Automobilbranche anstehenden Aufgaben stellt teilweise Anforderungen, die eine Agentenfunktionalität verlangen [7].

4. Teleautomatik bei luftgestützten Systemen

Zu den Objekten, die seit je her per Funkkommunikation gesteuert werden, gehören die luftgestützten Systeme. Flugfähige Objekte sind daher ein geradezu ideales Anwendungsgebiet der Teleautomatisierung.

Hier wird wiederum eine Entwicklung durchlaufen, welche mehrere Stufen umfasst. Der Ersteinsatz der Funksteuerung mobiler Flugobjekte findet sich im Flugmodellsport. Die Befehle zur Ausführung der von den Hobbypiloten vorgesehenen Flugbewegungen werden dabei unter Verwendung spezieller Konsolen mit Funkinterface an die Flugobjekte übermittelt. Eine Bordautomatik sorgt dann für die Ausführung der Flugmanöver unter Einhaltung einer stabilen Fluglage, wobei die Flugbewegungen unter Sicht kontrolliert werden. Daher ist der Radius der ausführbaren Flüge auf einen vergleichsweise engen Raum begrenzt. In ähnlicher Weise werden auch Modellschiffe auf Kurs gehalten bzw. Rennen mit funkgesteuerten Modellautos ausgetragen.

Seit kurzer Zeit kommen mit den *Drohnen* neuartige Flugobjekte mit ins Spiel. Hier werden wir uns zunächst den sog. Minidrohnen zuwenden, für die es inzwischen ein breites Angebot gibt. Die Flugbewegungen werden wiederum von menschlichen Bedienern gesteuert und unter Sicht kontrolliert, weshalb der Einsatzradius solcher Minidrohnen begrenzt ist.

Diese Flugkörper sind je nach Ausführung mit 4 bis zu 8 elektrisch angetriebenen Propellern ausgerüstet und verfügen im Minimalfall über ein Funkinterface, eine Bordbatterie und Steuerelektronik. Bei den funkbasierten Steuergeräten ist neben der Verwendung herkömmlicher Mittel eine Tendenz zum Einsatz von Touchscreen-orientierten Smartphones und ähnlichen Endgeräten erkennbar.

Minidrohnen finden eine bevorzugte Verwendung, wenn sie mit Kleinkameras unterschiedlichster Art ausgestattet sind. Für die Bildübertragung in Echtzeit wird dann ein spezieller Funkkanal benötigt. Diese Kombination stößt auf ein recht breites Interesse. Bedarfsträger sind u. a. Immobilienmakler, Filmproduzenten, Polizei, Grenzwächter, Umweltschützer, Ranger, Geheimdienste und auch Paparazzi. Minidrohnen anderer Art können wiederum kleinere Lasten tragen [8].

Eine weitere Entwicklungsstufe funkgesteuerter Flugobjekte betrifft die Integration einer Kollisionsschutzfunktion. Dies erfordert die Einbindung einer Sensorik zur Umgebungserkennung sowie eine funktionelle Erweiterung der Bordautomatik. Die Automatik derart ausgerüsteter Flugobjekte greift

dann selbstständig in den Flugprozess ein, um Kollisionen mit Ästen, Hauswänden und sonstigen Hindernissen zu verhindern. Diese sind dann auch in der Lage, aus engen Räumlichkeiten ohne fremde Hilfe herauszufinden.

Mit dem automatischen Kollisionsschutz ist eine wesentliche Voraussetzung gegeben, die den Einsatz der Flugkörper über größere Entfernungen ermöglicht. Davon profitieren einerseits die mit Kameras ausgestatteten Minidrohnen, die nun zur Überwachung eines weitaus größeren Gebiets eingesetzt werden können. Die Ausweitung des Aktionsradius erlaubt auch eine andere Verwendungsart der Drohnen: den Transport kleinerer Pakete. Dieser Möglichkeit möchten sich vor allem die großen Versandhäuser aus dem Internet, allen voran Ebay und Google wie die Deutsche Post bedienen und dafür auch schon eigenständige technische Lösungen entwickelt [9]. Mit Hilfe solcher Paketdrohnen sollen in Zukunft zumindest Auftraggeber entfernter Orte mit kleineren Sendungen, wie geordnete Waren, Bücher, DVDs aber auch Medikamente, innerhalb eines Tages oder gar von Stunden beliefert werden. Vor der allgemeinen Einführung sind jedoch vor allem noch Rechtsfragen zu klären.

Das nächste Entwicklungsziel bestand in der wesentlichen Erweiterung des Aktionsraumes der Minidrohnen mit der Folge, dass sich die dann Flugbewegung vollends der unmittelbaren Kontrolle durch den Menschen entzieht. Dabei stellt sich zusätzlich das Problem des Navigierens über u. U. weite Entfernungen, dessen Lösung eine weitere funktionelle Aufrüstung der Bordautomatik erfordert. An solchen weiträumig einsetzbaren Drohnen sind vor allem Militärs interessiert. Die dort vorgesehene Verwendung betrifft die weitgehend selbstständige Ausführung von Flugbewegungen in großen Höhen und über Tage hinweg. Solche für Militärzwecke entwickelte Drohnen verlangen somit besondere Ausführungen. Diese sind im Vergleich zu den zuvor betrachteten Minidrohnen von anderer Gestalt, besitzen wesentlich größere Abmessungen, leistungsfähigere Antriebssysteme, eine umfassendere Umgebungssensorik und intelligenter Bortautomatik. Militärische Drohnen wurden zuerst zur Fernaufklärung eingesetzt und dementsprechend mit einer leistungsfähigen bildgebenden Sensorik ausgestattet. In der Folge erhielten die Drohnen auch effiziente Waffensysteme, womit sie zu Kampfdrohnen wurden. Damit ergab sich die Möglichkeit zur Führung gezielter Luftschläge. Der bisherige Einsatz von Kampfdrohnen führte nicht nur zur Vernichtung von Terroristen, sondern forderte leider auch zivile Opfer.

Die Einsätze der Aufklärungs- beziehungsweise Kampfdrohnen in weitab vom Einsatzort liegenden Befehlszentralen werden von ausgebildeten Kampfpiloten geführt. Dabei handeln diese Personen quasi als virtuelle Piloten, indem sie mittels der in Echtzeit erfolgenden Rückübertragung der aufgenommenen Bilder beständig über die vor Ort bestehende Situation informiert werden. Dementsprechend sind sie dann wie mitfliegende Piloten in der Lage, die virtuell übermittelte Situation zu analysieren und auf dieser Grundlage die Entscheidungen über die jeweils angemessenen Handlungen zu treffen. Mit der Echtzeitübertragung der Bilder bekommen die virtuellen Piloten jedoch auch die Auswirkungen ihres Handelns mittelbar zu Gesicht, was zu einer enormen psychischen Belastung führt. Die Fernkommunikation zwischen Leitzentrale und den fernab agierenden Drohnen erfolgt über ein eigenes hochgesichertes Satelliten-gestütztes Kommunikationssystem.

Die Weiterentwicklung der militärischen Drohnen ist auf den weitgehend autonomen Flugbetrieb gerichtet. Dazu zählt die eigenständige Navigation zu den vorgesehenen Einsatzorten unter Ausnutzung des jeweiligen Bodenprofils. Dies erfordert die Fähigkeiten Künstlicher Agenten [7]. Möglicherweise wird später auch noch die Auslösung des Waffeneinsatzes den Drohnen anvertraut – eine Horrervorstellung für jeden anständigen Menschen.

Es werden durchaus auch zivile Verwendungsmöglichkeiten von Beobachtungsdrohnen gesehen. Diese könnten beispielsweise auch zur Verkehrssteuerung in stark belasteten oder auch der Smoggefahr ausgesetzten Ballungsräumen eingesetzt werden. Weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen in der Überwachung von Seegebieten. Hierbei geht es sowohl um das Aufspüren von Umweltverschmutzern als auch das Erkennen von in Seenot geratenen Flüchtlingsbooten.

5. Teleautomatik bei unbemannten Weltraummissionen

Für die Durchführung von Raumfahrtmissionen jeglicher Art ist die Funkkommunikation unerlässlich. Die dafür eingesetzten Systeme enthalten eine hochkomplexe Informations- und Automatisierungstechnik, die zumeist auf verschiedene Bodenstationen, den Raumflugkörper sowie möglicherweise auch noch auf die ggf. abgesetzte Landungseinheit und den mitgeführten Roboter verteilt ist. Somit sind derartige Systeme von vornherein der Teleautomatisierung zuzurechnen.

Die Durchführung und Kontrolle derartiger Missionen oblag über lange Zeit menschlicher Führung, die weitgehend von der Bodenzentrale aus erfolgte. Mit zunehmender Ausdehnung der Flüge und Ausweitung der Ferneinsätze traten die Signallaufzeiten zwischen den Teilsystemen zunehmend in Erscheinung, deren Wirken die kontrollierte Ausführung der erteilten Befehle immer stärker behinderte. So betragen beispielsweise die bei der Marsmission zwischen den Planeten bestehenden Signallaufzeiten 15 Minuten. Hinzu kommt der durch die Relativbewegung verursachte periodisch auftretende Funkschatten, bei dem der Kontakt völlig abreist. Unter solchen Umständen ist daher die sachgerechte Ausführung von der Erde aus bestimmter Handlungen nicht mehr gewährleistet. Somit verstärkt sich das Bedürfnis, einen immer größeren Teil der Funktionalität auf die extraterrestrischen Flugkörper zu verlagern und diese mit größeren Kompetenzen auszustatten. Eine weitere Motivation zur Steigerung der Eigenautonomie der künstlichen Weltraumobjekte resultiert aus dem Bestreben, die Anzahl der auf die Reise gehenden Astronauten bzw. Kosmonauten zu reduzieren bzw. diese ganz einzusparen. Maßgebend dafür sind sowohl gesundheitliche als auch Kostengründe.

Die besonders in der Weltraumtechnologie erkennbare Tendenz des Übergangs von selbsttätigem zu selbstständigem Handeln von Weltraumobjekten soll durch zwei Beispiele verdeutlicht werden. Im ersten Fall soll der Blick auf den Flug des unbemannten Raumtransporters *ATV (Automated Transfer Vehicle)* gerichtet werden. Hierbei geht es um ein selbstständig agierendes Raumfahrzeug, welches tonnenschwere Lasten zur Internationalen Raumstation *ISS* zu transportieren hatte [10]. Dieser Transporter wurde im März 2008 mit einer Trägerrakete vom Typ *Ariane 5* vom Weltraumbahnhof Kourou aus gestartet. Die Annäherung der freigesetzten Kapsel an die Station *ISS* und die Ausführung des Andockmanövers erfolgten unter Eigenregie, wobei unterschiedliche Strategien verfolgt wurden. In der ersten Phase wurde nach den Sternen navigiert. Nach Erreichung der Umlaufbahn der *ISS* nahm die Kapsel die voraus fliegende Raumstation ins Visier und näherte sich dieser mit stufenweise abnehmender Geschwindigkeit. Zuletzt erfolgte die Annäherung bei nochmals verringerter Geschwindigkeit unter Sichtkontrolle, welche auch bei der weichen Ankopplung an die Station eingesetzt wurde.

Beim zweiten Beispiel aus der Weltraumtechnologie handelt es sich um das von der *NASA* durchgeführte Projekt zur Exploration der Marsoberfläche [11]. Kernstück dieser Mission war das kontrollierte Absetzen des Marsroboters *Curiosity* (Neugier) aus der den Planeten umkreisenden Sonde *Reconnaissance*. Dazu musste die Sonde unter Einhaltung der Umlaufbahn das Fahrzeug an Seilen hängend aus einer Anfangsgeschwindigkeit von 21.000 km/h auf 0 km/h abgebremst werden und weich auf den Marsboden aufsetzen. Diese Aufgabe musste selbstständig ausgeführt werden, was allein schon wegen des fehlenden Funkkontakts zur Erde in den letzten 7 min notwendig war. Eine weitere autonom auszuführende Leistung betraf den Marsroboter. Dieser soll selbstständig die Oberfläche des Planeten erkunden sowie an geeignet erscheinenden Stellen Bodenproben aufnehmen und diese auch vor Ort analysieren. Die eindrucksvoll nachgewiesene Ausführung dieser anspruchsvollen Aufgaben mit Agentencharakter [7] stellt eine überragende Technologieleistung dar.

Wie aus diesen Beispielen hervorgeht, werden in der Weltraumtechnologie Spitzenleistungen auf dem Gebiet der Teleautomatisierung erzielt. Die hierbei eingesetzten technologischen Lösungen wie auch die benutzten Funkkanäle sind allerdings von sehr spezieller Art und können somit kaum für terrestrische Anwendungen übernommen werden.

6. Vorschläge für weitere Anwendungsmöglichkeiten der Teleautomatisierung

Nachdem bisher die bereits erkennbaren Ansätze und Lösungen der Teleautomatisierung vorgestellt wurden, sollen nachfolgend einige Ideen für weitere Einsatzmöglichkeiten der Teleautomatisierung dargelegt werden. Diese Vorschläge harren noch weitgehend der technischen Umsetzung, weshalb hier nur die Funktionen grob skizziert werden sollen. Die Vorausschau enthält folgende Vorschläge:

- Realisierung dezentraler und räumlich verteilter Automatisierungslösungen

Ein großes Einsatzpotenzial der Teleautomatisierung sieht der Autor in großräumig vernetzten Systemen. Dazu zählen insbesondere die *Strom-* und *Gasverteilungsnetze*. Bei diesen Energieversorgungssystemen handelt es sich um eine Vielzahl von über ein weites Gebiet verteilten Energieerzeugern und –verbrauchern, welche über ein Leitungsnetz miteinander gekoppelt sind. Aufgabe solcher Energiesysteme ist die Deckung des schwankenden Bedarfs durch die Erzeugungseinheiten unter Einhaltung festgelegter Qualitätsparameter. Dazu bedarf es eines Managements, das die Energieerzeugung bedarfsgerecht anpasst und die Energieströme im Netz geeignet leitet. Jede Erzeugungseinheit verfügt ihrerseits über ein zumeist recht komplexes Automatisierungssystem zur Steuerung und Regelung der internen Prozesse. Für die Kommunikation zwischen der Netzzentrale und den verteilten Subsystemen können angesichts der großen Entfernungen auch Funknetze in Anspruch genommen werden. Zumeist finden jedoch die vorhandenen eigenen Kommunikationsnetze der Netzbetreiber Verwendung, die nicht notwendigerweise leitungsfrei sind.

Im Zuge der Energiewende werden neben den Energieleitungen auch Kommunikationsverbindungen eingerichtet, die bis zu den einzelnen Verbrauchern reichen. Dort werden intelligente Zähler unter der Bezeichnung *smart meters* installiert, über die sowohl die Verbräuche individuell abgerechnet als auch die Konsumenten über den aktuell geltenden Energietarif informiert werden. Bei diesen Netzwerken handelt es sich um Teleautomatisierungssysteme, die wiederum eine Vielzahl verteilter lokaler Automatisierungssysteme beinhalten.

Ein weiteres Gebiet potenzieller Anwendungen für Teleautomatisierungssysteme sind die sogenannten offenen Systeme. Dazu zählen *Verkehrslenkungs-* und *Umweltüberwachungssysteme*. Auch hier handelt es sich um räumlich verteilte und untereinander vernetzte Systeme. Darin enthalten sind diverse lokale Messstationen zur Erfassung von Verkehrsflüssen beziehungsweise Umweltparametern, ein oder auch mehrere Leitzentralen sowie geeignet positionierte Einrichtungen zur Informationsausgabe, beispielsweise in Form von Verkehrsleiteinrichtungen. Das spezifische Wesen dieser Teleautomatiken besteht darin, dass der Gesamttraum zwar permanent überwacht wird, jedoch Eingriffe in das Verkehrsgeschehen nur bei Notwendigkeit, etwa bei festgestellten Staus oder Smogsituationen, und in regionaler Auswahl beispielsweise über Hinweistafeln vorgenommen werden. In ähnlicher Weise greifen Umweltüberwachungssysteme ebenfalls nur bei Bedarf in das urbane Geschehen ein.

- Einbeziehung extern ermittelter Informationen

Teleautomatisierungssysteme entstehen ebenfalls, wenn Informationen, die an weit entfernten Stellen gewonnen werden, in bestehende Automatiken einbezogen werden. Dadurch kann die Effizienz dieser Systeme u. U. wesentlich verbessert werden.

Ein typisches Beispiel sind automatisierte Systeme, die Energien aus regenerativen Quellen verwerten. Dazu zählen Windkraft- und Solaranlagen, deren Stromerzeugung je nach Wetterlage sehr unterschiedlich ist. Dabei kann es zu Strommangel kommen. Hier würde die Fernübertragung von Wetterdaten möglichst prognostischer Art die Möglichkeit der rechtzeitigen Einleitung von Ausgleichsmaßnahmen bieten und somit ein besseres Energiemanagement ermöglichen. Auch die Einbeziehung von in den meteorologischen Stationen erlangten Wetterdaten in die Regelung häuslicher Heizungsanlagen führt zu einer Verbesserung des Wohnkomforts. Ebenso könnten sich

– um ein weiteres Beispiel zu nennen – die Führer der sich im Straßennetz bewegend Fahrzeuge als nützliche Informationsquellen betätigen, indem sie Verkehrszentralen bzw. andere Verkehrsteilnehmer per Funk über festgestellte Staus oder Unfälle unterrichten, woraus dann geeignete Maßnahmen zur Entspannung der Verkehrslage abgeleitet werden können.

- Fernunterstützung durch Wissenszugriff

Ein weiteres potenzielles Einsatzgebiet der Teleautomatisierung könnte auch darin bestehen, in auftretenden Notfällen externe Hilfe zu beschaffen. Diese Möglichkeit ist seit langem aus dem Flugwesen bekannt. Dort werden in schwer beherrschbaren Situationen sog. *alerts* vom Flugzeug aus an eine Bodenstation gesandt. Daraufhin versenden Experten wiederum nützliche Hinweise an die betroffene Maschine zur Unterstützung des dortigen Handelns. Auch im alltäglichen Betrieb von Automatisierungsanlagen können immer mal prekäre Situationen auftreten, für deren Bewältigung eine Unterstützung benötigt wird. So können sich beispielsweise fernab befindliche Steuerungssysteme in Zyklen verlaufen oder in eine Falle geraten sein, aus der sie nicht herausfinden. Regelungen unterliegen wiederum die Gefahr von plötzlich auftretenden Instabilitäten. Noch gravierender sind Störungen oder sich ankündigende Ausfälle von Komponenten in Automatisierungsanlagen.

Bei der Bewältigung derartiger Störungen kann das bestehende Funknetz oder auch das Internet in Anspruch genommen werden, um sich Rat zu holen. Zur Heilung von Schäden genügt manchmal bereits der Hinweis auf vorzunehmende Veränderungen von Parametern. In schweren Fällen kann die angebotene Hilfe aber auch darin bestehen, Änderungen am Automatisierungsprogramm vorzunehmen. Besonders komfortabel wäre es, wenn die empfohlene Hilfe auch gleich selbstständig über das Funknetz ausgeführt werden würde (s. nachfolgender Punkt). Denkbar ist schließlich, potenziell gefährdete Anlagen vorab mit einem Funkinterface und einer Funkfunktionalität auszustatten, um diese im Gefahrenfall von fern aus kontrolliert stillzusetzen und dafür anschließend redundante Aggregate – falls vorhanden – automatisch in Betrieb zu nehmen.

- Fernmanipulation und -transfer von Automatisierungsfunktionen

Betrachtet man die möglichen Inhalte des funkbasierten Informationsaustauschs in Teleautomatisierungssystemen, so handelt es sich bei den eingangs beschriebenen Erstanwendungen der Teleautomatisierung vorwiegend um die Übertragung binärwertiger Mess- und Stellsignale. Die Signalübertragung wurde später auf numerische Daten erweitert. Es folgte der Transfer komplexerer Daten, welche aus Bild- und Sprachinformationen stammen. Bei zukünftigen anspruchsvollen Anwendungen kann auch der Ferneingriff in Funktionen und damit in Anwenderprogramme notwendig sein. Dafür wollen wir uns rüsten und bereits nach Lösungsmöglichkeiten Umschau halten.

Die Fernänderung in Programmen kann sich im einfachsten Fall auf die Korrektur von Funktionsparametern beschränken. Dann genügt bereits das Anwählen des betreffenden Programmspeicherplatzes, wozu dieser allerdings über einen Funkzugriff erreichbar sein muss. Komplizierter wird es, wenn Programmteile von fern aus geändert oder ganze Programme ausgetauscht werden sollen. Hier könnte man sich vorstellen, dass kleinere Programme in Form von Apps auf dem heimatlichen Computer erstellt, auf das Smartphone geladen und danach via mobiles Internet an das Zielsystem verschickt werden. In solchen Fällen müsste ein Fernzugriff auf den Computer des remoten Teilsystems hergestellt werden.

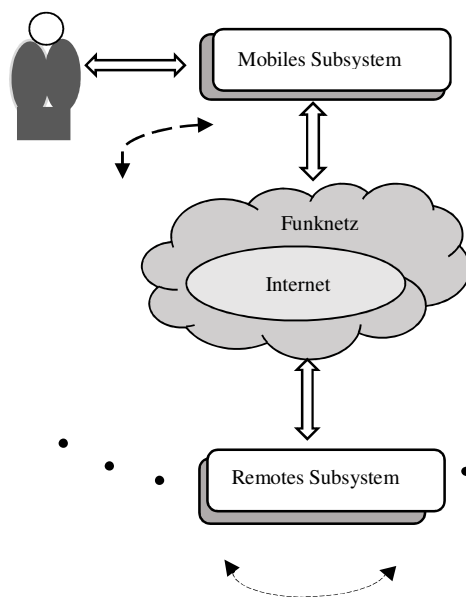
Sind größere Änderungen in Programmen aus der Ferne vorzunehmen, so findet man in der Welt der Computer dafür einen gangbaren Lösungsansatz. Hier bietet das Programm *Team Viever*® [12] als Support-Dienstleister die Möglichkeit, sich in entfernte Computer einzuloggen und dort auch Programmänderungen vorzunehmen. Voraussetzung dafür allerdings ist, dass der Zugriffsschutz des fremden Computers aufgehoben wird. Dazu muss von diesem aus eine Freigabe erfolgen, indem

von dort aus ein (wechselndes) Kennwort übermittelt wird. Wurde ein sog. unbeaufsichtigter Zugriff eingerichtet, so ist die Zustimmung des Computerbesitzers per se gegeben. Diese Lösung ist für unsere Zwecke jedoch nicht ausreichend, da der entfernte Rechner zuvor eingeschaltet sein muss. Dies ist aber bei Computer-gestützten Automatisierungslösungen nicht grundsätzlich gewährleistet.

Auf der Suche nach Überwindung dieser Schwierigkeit wird man bei IT-Systemen fündig, deren Main-Board bzw. Netzwerkadapter das *APM* (*Advanced Power Management*) oder das *ACPI* (*Advanced Configuration and Power Interface*) unterstützen [13]. Dazu bedarf es einer speziellen Netzwerkkarte, welche eine *WoLAN* (*Wake-on-LAN*)- bzw. *WoWLAN*-Funktion bietet. Damit ist es möglich, einen in das Netzwerk eingebundenen Computer mittels eines *Magic Packets*® von fern aus zu „erwecken“, d. h. also zu starten [13]. Anstelle eines Passworts wird nun ein Auto-Account (ein spezielles Protokoll) verwendet. Nach vorgenommener Aktivierung wird der fremde Rechner über einen automatischen Boot-Vorgang hochgefahren. Danach erhält der Fernbediener die Möglichkeit, auf sämtliche Daten und Programme des Rechners zuzugreifen und diese auch zu verändern. Somit scheint eine Lösungsmöglichkeit zur Beeinflussung fremder Anwendungsprogramme gefunden zu sein, die aber noch näher untersucht werden muss.

7. Strukturbetrachtungen

Wir richten nun das Augenmerk auf die bei der Teleautomatisierung anzutreffenden Strukturen. Dazu wird hier ein Kommunikationsmodell vorgestellt, welches die folgende Grafik veranschaulicht und das anschließend erläutert wird.



Grundstruktur von Teleautomatisierungssystemen

Wie die Darstellung erkennen lässt, verfügen Teleautomatisierungssysteme typischerweise über mindestens zwei Subsysteme sowie zumeist auch eine menschliche Komponente. Dazu wird das dem Menschen nahestehende Teilsystem als *mobiles Subsystem* und das entfernte als *remotes Subsystem* bezeichnet. Wie in der Grafik angedeutet, können auch mehrere remote Subsysteme vorhanden sein.

Eine häufig anzutreffende Version der Teleautomatisierungssysteme wird auf der Nutzung des weit gespannten Mobilkommunikationsnetzes beruhen, dessen übertragbare Datenrate fortlaufend gesteigert wird. Der gegenwärtige Stand wird durch den UMTS-Standard bestimmt. In Bälde wird das neue LTE zur Verfügung stehen, welches eine Highspeed- Übertragung von bis zu 150 Mbit/s ermöglichen wird. In das

Funknetz ist auch das Internet eingebettet und wird dementsprechend von diesem umschlossen. Daraus resultiert die Möglichkeit einer mobilen Internetnutzung. Die grafische Darstellung impliziert diese beiden Kommunikationsmöglichkeiten. Die Teilnehmer können daher wahlweise entweder ausschließlich über das weitgehend flächendeckende Funknetz oder auch mit dem darin eingebetteten Internet untereinander in Kontakt treten. Bei Inanspruchnahme des Internetzugangs eröffnet sich zugleich auch der Zugang zu den dort angebotenen Diensten, von denen die Automatisierungstechnik auch bedingten Gebrauch machen kann.

Der in das System eingebundene Mensch wird bei Verwendung des mobilen Funknetzes vorzugsweise unter Benutzung von Endgeräten des Typs iPhone, Smartphone oder ähnlichen Produkten mit dem remoten Teilsystem kommunizieren. Die Bedienung erfolgt unter Benutzung des Touchscreens, welcher wiederum eine Ausgabemöglichkeit für die erhaltenen Informationen bietet. Mit diesen Endgeräten können auch Fotos aufgenommen und versandt wie auch empfangen sowie auch Navigationsinformationen erlangt werden. Es besteht sogar die Möglichkeit, dass sich Endgeräte akustisch melden bzw. Sprachsignale versenden. Daraus resultieren vielseitige Möglichkeiten, die für die Zwecke der Teleautomatisierung noch weitgehend ungenutzt sind.

In anderen Anwendungen der Teleautomatisierung kommunizieren automatisierungstechnische Subsysteme über Funkkanäle ohne menschlichen Mittler auf direktem Weg miteinander. In diesem Fall sind die Kommunikationspartner technische Geräte in Form von Computern, welche daher mit einem Funkinterface ausgestattet sein müssen.

Dem Zusammenspiel des mobilen und remoten Subsystems unterliegt eine Client-Server-Architektur im Sinne der Informatik. Das damit bezeichnete Zusammenspiel ist dadurch gekennzeichnet, dass die hier vorgesehenen menschlichen Kommunikationsteilnehmer oder auch rein technische Subsysteme Aufträge wechselnder Art vergeben, die dann von anderen Partnern selbsttätig oder womöglich auch selbstständig ausgeführt werden.

Die vorstehende Grafik kann nicht sämtliche Aspekte der Teleautomatisierungssysteme wiedergeben. So findet beispielsweise die Anzahl der Kommunikanten in der Darstellung keine Berücksichtigung, obwohl diese in der Praxis in weiten Grenzen schwanken kann. Dieser Tatbestand wird in der Grafik lediglich durch gestrichelte Bögen mit Doppelpfeilen angedeutet. Auch kann die Darstellung nicht vermitteln, ob es sich im Einzelfall um stationäre oder mobile Subsysteme handelt. Unerkannt bleiben ebenfalls die Komplexität und auch Verteilung der in den Subsystemen implementierten Funktionen. Im einfachsten Fall wird der Mensch als führender Part über den Status bzw. Zustand des remoten Systems informiert und verändert diesen bedarfsweise aus der Ferne durch Übermittlung binärer Stellgrößen. Im anderen Grenzfall gibt der Mensch nur noch Ziele vor und delegiert die u. U. recht komplexe Ausführung der dazu notwendigen automatisierungstechnischen Maßnahmen an das remote Subsystem, sodass die zumeist recht anspruchsvolle Funktionalität nahezu komplett dorthin verlagert wird.

8. Sicherung gegenüber unbefugten Zugriffen

Im Zusammenhang mit der möglichst breiten Einführung der Teleautomatisierung harren noch wichtige Probleme der Klärung. Dazu gehört die Vereinbarung firmenübergreifender Standards zum Funkanschluss von Automatisierungskomponenten. Ebenso müssen einheitliche Schnittstellen für Programmeingriffe definiert werden. Ein weiteres wichtiges Problem betrifft die Bereitstellung von Methoden zur Gewährleistung eines hochgradigen Zugriffsschutzes. Diese Aufgabe ist von besonderer Brisanz, da funkbasierte Übertragungskanäle gegenüber leitungsgebundenen Übertragungswegen potenziell anfälliger bezüglich unbefugter Eingriffen sind. Eine wesentliche Gefahrenquelle ist auch die unautorisierte Nutzung der Handbediengeräte. Hier reicht der bisherige Zugriffsschutz unter Verwendung eines persönlichen Zugangscodes zukünftig nicht mehr aus. Einen höheren Sicherheitsstandard verspricht möglicher Weise die *Touch-ID*, welche beispielsweise beim neuen *iPhone 5s* von Apple zum Einsatz gelangt [14]. Die Identifikation basiert hier auf der Erkennung des eigenen abgespeicherten Fingerabdrucks. Dazu ist bei diesem Endgerät ein biometrischer Sensor in die home-Taste integriert. Die Freigabe des Zugriffs erfolgt

erst, wenn nach entsprechender Berührung der Fingerabdruck des Gerätebesitzers erkannt wird. Außer dem eigenen können bis zu 5 weitere Muster von Fingerabdrücken abgespeichert werden, so dass mehrere Zugriffsberechtigungen erteilt werden können. Dieser Zugriffsschutz ist für unsere Zwecke besonders deshalb von Interesse, da *iPhones* Komponenten von Teleautomatisierungssystemen sein können.

Einem Mitglied des Chaos Computer Clubs soll es dennoch bereits gelungen sein, auch diesen Zugangsschutz zu überlisten. Dazu übertrug dieser die am Gerät überall vorhandenen Fingerabdruckspuren in einer umständlichen Prozedur auf eine Latexfolie. Mit dieser Imitation soll es dann möglich gewesen sein, das Gerät zu entsperren. Mit dieser Panne konfrontiert, beteuerte Apple jedoch den hochgradigen Schutz seiner Lösung und verweist dabei auf die hier verwendete Auswertung des Fingerabdrucks in tieferen Hautschichten sowie die verlangte Mehrfachwiederholung des Checks. Somit kann dieser Methode doch ein gewisses Vertrauen entgegengebracht werden. Die Verwendung einer solchen Art von Zugriffsschutz wird allerdings von Seiten der Datenschützer bemängelt mit dem Hinweis, dass die Verwendung persönlicher Fingerabdrücke die Persönlichkeitsrechte verletze [15]. Beruhigend ist hingegen, dass das in Luxemburg ansässige EuGH als höchstes Gericht der Europäischen Union schon mal die Rechtmäßigkeit der Speicherung biometrischer Daten bestätigt hat [16]. So bleibt im Moment nur abzuwarten, ob sich in Zukunft eine Methode mit noch höherer Zugriffssicherheit finden wird, der auch die Gnade der Datenschützer zuteilwird.

9. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die moderne Funk-basierte Kommunikationstechnologie ermöglicht die Herausbildung einer neuartigen Klasse von Automatisierungssystemen, der Teleautomatisierung. Herausragende Merkmale dieses Teilgebiets sind Fernwirksamkeit, Mobilität sowie die Integration von Menschen als natürliche Systemkomponenten. Die strukturellen Besonderheiten bestehen in der Funktionsaufteilung auf mindestens zwei automatisierungstechnische Subsysteme, welche jeweils über ein ausgedehntes Funknetz mit Hochgeschwindigkeitsübertragung miteinander kommunizieren. Das Funknetz umschließt ebenfalls das Internet, so dass auch dessen Dienstangebote mobil nutzbar sind. Es ist bereits erkennbar, dass sich die Funktionalität und damit die Komplexität der Teleautomatisierungslösungen zukünftig beträchtlich steigern werden. Dabei zeigt sich als genereller Trend eine zunehmende Verlagerung der Funktionen in die remoten Subsysteme. Die Entwicklung der Teleautomatisierung erfordert auch auf Seiten der Automatisierungstechnik noch technologische Ergänzungen. Ebenso bedarf es noch der Festlegung verschiedener Standards. Ein grundlegendes Problem der Funk-basierten Teleautomatisierung wird auch die Gewährleistung des Zugriffsschutzes sein.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dass die Einführung der Teleautomatisierung in einigen Branchen schon gut vorangeschritten ist. Dort gibt es auf ausgewählten Gebieten bereits erste marktreife technische Lösungen. Die bei diesen Spezialanwendungen eingesetzten Lösungen können wiederum Inspirationen bieten, die auch für andere Einsatzfälle genutzt werden können. In der Arbeit wurden ebenfalls neue potenzielle Einsatzgebiete aufgezeigt, die der eigenen Phantasie entstammen und noch weitgehend der Umsetzung harren.

Die vorstehenden Ausführungen erheben keinen Anspruch auf eine erschöpfende Behandlung des Themas „Teleautomatisierung“. Die Ausführungen wollen vielmehr auf eine sich anbahnende bedeutsame Entwicklung aufmerksam machen, einen Einblick in den vorliegenden Stand geben, Vorschläge zum Ausbau der Disziplin unterbreiten und nicht zuletzt den Leser zu eigenen Ideen und Vorschlägen anregen. Der Autor ist überzeugt, dass der Teleautomatisierung ein beträchtliches Innovationspotenzial innewohnt und sich dieses Gebiet in Zukunft stark ausweiten wird.

Literatur

- [1] Buss Schmidt: Teleautomation im Kraftfeld von Kommunikation und Multimedia. at-Automatisierungstechnik 49 (7), 2001, S. 293-294
- [2] Gesamtkatalog 28®: ev-serice.Rottenburg@somfy.com
- [3] funk-bussystem® : <http://gira.de/gebaeudetechnik/systeme>
- [4] Walter, A.: eHomes: smart und sparsam wohnen. Technik 69. Jg. Nr. 256, 02./03., S. 06-07, Nov. 2013
- [5] Weller, W. : Automatisierungstechnik im Wandel der Zeit. – Entwicklungsgeschichte eines faszinierenden Fachgebiets. Verlag epubli GmbH Berlin, 2013, ISBN 978-3-8442-5487-7
- [6] Maahn, P.: Bei Anruf Parken. Berliner Zeitung Nr. 244, 19./20. , S. A1, Okt. 2013
- [7] Weller, W.: Künstliche Agenten – eine Technologie mit großem Zukunftspotenzial. Verlag epubli GmbH Berlin, 2013, ISBN 978-3-8442-5642-0
- [8] Rest, J.: Das fliegende Auge. Berliner Zeitung Nr. 194, 20. Nov. 2012
- [9] Weller, W.: Der rasante Höhenflug der Drohnen. <https://edoc.hu-berlin.de/docviews/abstract.php?lang=ger&id=40445>
- [10] Bürke, T.: Mit Jules Verne zur Raumstation. Berliner Zeitung, Teil Wissenschaft Nr. 584 08./09. Mrz. 2008
- [11] curiosity: <http://www.stern.de/wissen/kosmos/forschungsroboter>
- [12] Teamviewer: <http://teamviewer.com/de/index.aspx?pid=google.tv.sde&gclid=CNbe6-eFyboCFVMRtAodOkIAAnA>
- [13] Quelle: wikipedia®
- [14] iphone-5s : <http://www.apple.com/de/iphone-5s>
- [15] Weichert, T.: Biometrie hat in Smartphones nichts zu suchen. Berliner Zeitung, Teil Wirtschaft Nr. 240, 15. Okt. 2013
- [16] Riesbeck, P.: Mein Finger für meinen Pass. Berliner Zeitung Nr. 243, 18. Okt. 2013

Anerkennung:

Der Autor möchte Herrn Ralf Weller, Leiter des Rechenzentrums der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, für seine wertvollen Hinweise insbesondere zu Abschnitt **6**, letzter Anstrich danken.